

P21596.P04

#2/Plung  
32102  
K. P. Allen

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant :N. ABE

Serial No. :Not Yet Assigned

Filed :Concurrently Herewith

For :IMAGE INTERPOLATING DEVICE



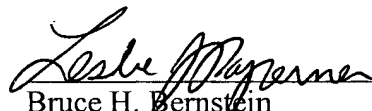
**CLAIM OF PRIORITY**

Commissioner of Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2001-006368, filed January 15, 2001 and Application No. 2001-010084, filed January 18, 2001. As required by 37 C.F.R. 1.55, certified copies of the Japanese applications are being submitted herewith.

Respectfully submitted,  
N. ABE

  
Bruce H. Bernstein  
Reg. No. 29,027

Reg. No.  
33,329

January 14, 2002  
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.  
1941 Roland Clarke Place  
Reston, VA 20191  
(703) 716-1191

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

U.S. PTO  
10/043318  
01/14/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月15日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-006368

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

出 願 人

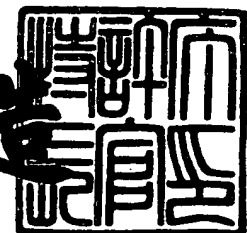
Applicant(s):

旭光学工業株式会社

2001年10月19日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 AP00051

【提出日】 平成13年 1月15日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 9/07

【発明者】

【住所又は居所】 北海道札幌市厚別区下野幌テクノパーク 1 - 1 - 1 0  
札幌市エレクトロニクスセンター 3 1 3 号室 旭光学  
工業株式会社ペンタックステクノロジー札幌内

【氏名】 阿部 紳聡

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号

【氏名又は名称】 旭光学工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090169

【弁理士】

【氏名又は名称】 松浦 孝

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 050898

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9002979

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像補間装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 受光面に結像された被写体像に対応した色信号が生成されるマトリクス状に配置された各画素において発生する撮像素子と、対象画素の近傍に位置する複数の隣接画素の色信号を用いて補間処理を施すことにより、前記対象画素の色信号を求める第 1 の補間処理手段と、

前記第 1 の補間処理手段によって得られた前記対象画素の色信号を用いて補間処理を施すことにより、前記隣接画素の色信号を修正する第 2 の補間処理手段とを備えることを特徴とする画像補間装置。

【請求項 2】 水平方向にレッド（R）とグリーン（G）のカラーフィルタ要素が交互に並ぶ第 1 の列と、この第 1 の列の上下側に隣接し、水平方向に G とブルー（B）のカラーフィルタ要素が交互に並ぶ第 2 の列とから構成されるカラーフィルタと、

前記各カラーフィルタ要素に対応した画素信号である R、G、B 信号を生成する撮像素子と、

前記撮像素子によって生成された R、G、B 信号から、 $2 \times 2$  の画素マトリクスにおいて左上に R 信号が位置する第 1 パターンと、右上に G 信号が位置する第 2 パターンと、左下に G 信号が位置する第 3 パターンと、右下に B 信号が位置する第 4 パターンとにそれぞれ属する画像を抽出するパターン設定手段と、

前記第 1 および第 4 パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素の G 信号を利用して G 信号を求める G 補間処理手段と、

前記第 2 および第 3 パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素の R および B 信号を利用して R および B 信号を求める R/B 補間処理手段と、

前記第 1 パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素の中から輝度値が最も近い類似画素を抽出し、前記類似画素の輝度値と色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  に基づいて、B 信号を補間により求めるとともに、前記 G 補間処理手段により求められた G 信号と前記撮像素子により生成された R 信号とを修正する第 1 の補間／修

正処理手段と、

前記第 4 パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素の中から輝度値が最も近い類似画素を抽出し、前記類似画素の輝度値と色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  に基づいて、R 信号を補間により求めるとともに、前記 G 補間処理手段により求められた G 信号と前記撮像素子により生成された B 信号とを修正する第 2 の補間／修正処理手段と

を備えることを特徴とする画像補間装置。

【請求項 3】 前記 G 補間処理手段において、前記隣接する画素が前記第 2 および第 3 パターンに属する画像に含まれることを特徴とする請求項 2 に記載の画像補間装置。

【請求項 4】 前記 R／B 補間処理手段において、前記隣接する画素が前記第 1 および第 4 パターンに属する画像に含まれることを特徴とする請求項 2 に記載の画像補間装置。

【請求項 5】 前記第 1 の補間／修正処理手段および前記第 2 の補間／修正処理手段において、前記隣接する画素が前記第 2 および第 3 パターンに属する画像に含まれることを特徴とする請求項 2 に記載の画像補間装置。

【請求項 6】 前記第 1 の補間／修正処理手段および第 2 の補間／修正処理手段が、前記隣接する画素における G 信号の値を用いて、前記輝度値が最も近い類似画素を抽出することを特徴とする請求項 2 に記載の画像補間装置。

【請求項 7】 前記第 1 の補間／修正処理手段が、前記第 1 パターンに属する画像の各画素に関し、色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  が前記類似画素の色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  に等しいと仮定して、前記 B 信号を求めるとともに前記 G 信号と R 信号を修正することを特徴とする請求項 2 に記載の画像補間装置。

【請求項 8】 前記第 2 の補間／修正処理手段が、前記第 4 パターンに属する画像の各画素に関し、色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  が前記類似画素の色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  に等しいと仮定して、前記 R 信号を求めるとともに前記 G 信号と B 信号を修正することを特徴とする請求項 2 に記載の画像補間装置。

【請求項 9】 前記第 1 の補間／修正処理手段が、前記第 1 パターンに属する画像の各画素に関し、その画素の G 信号と前記類似画素の G 信号との比率を前

記輝度値に乗じて求めた修正輝度値と色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  を用いて、前記  $B$  信号を求めるとともに前記  $G$  信号と  $R$  信号を修正することを特徴とする請求項 2 に記載の画像補間装置。

【請求項 1 0】 前記第 1 の補間／修正処理手段が、下記式に従って前記  $B$  信号を求めるとともに前記  $G$  信号と  $R$  信号を修正することを特徴とする請求項 9 に記載の画像補間装置。

$$Y = 0.299 \times R(x', y') + 0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y')$$

$$C_b = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$C_r = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$Y_G = Y \times G(x, y) / G(x', y')$$

$$r' = Y_G + 1.402 \times C_r$$

$$g' = Y_G - 0.344 \times C_b - 0.714 \times C_r$$

$$b = Y_G + 1.772 \times C_b$$

ただし、 $Y$  は前記類似画素の輝度値、 $R(x', y')$ 、 $G(x', y')$ 、 $B(x', y')$  は前記類似画素の  $R$ 、 $G$ 、 $B$  信号、 $G(x, y)$  は第 1 パターンに属する画像の画素の  $G$  信号、 $b$  は前記第 1 の補間／修正処理手段により求められる前記第 1 パターンに属する画素の  $B$  信号、 $r'$  は修正された  $R$  信号、 $g'$  は修正された  $G$  信号である。

【請求項 1 1】 前記第 2 の補間／修正処理手段が、前記第 4 パターンに属する画像の各画素に関し、その画素の  $G$  信号と前記類似画素の  $G$  信号との比率を前記輝度値に乗じて求めた修正輝度値と色差信号  $C_r$  を用いて、前記  $R$  信号を求めるとともに前記  $G$  信号と  $B$  信号を修正することを特徴とする請求項 2 に記載の画像補間装置。

【請求項 1 2】 前記第 2 の補間／修正処理手段が、下記式に従って前記  $R$  信号を求めるとともに前記  $G$  信号と  $B$  信号を修正することを特徴とする請求項 1 に記載の画像補間装置。

$$Y = 0.299 \times R(x', y') + 0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y')$$

$$C_b = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$C_r = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$Y_G = Y \times G(x, y) / G(x', y')$$

$$r = Y G + 1.402 \times C r$$

$$g' = Y G - 0.344 \times C b - 0.714 \times C r$$

$$b' = Y G + 1.772 \times C b$$

ただし、Yは前記類似画素の輝度値、 $R(x', y')$ 、 $G(x', y')$ 、 $B(x', y')$ は前記類似画素のR、G、B信号、 $G(x, y)$ は第4パターンに属する画像の画素のG信号、 $r$ は前記第2の補間／修正処理手段により求められる前記第4パターンに属する画像の画素のR信号、 $g'$ は修正されたG信号、 $b'$ は修正されたB信号である。

【請求項13】 前記第1の補間／修正処理手段が、前記隣接する画素におけるG信号およびR信号の値を用いて、前記輝度値が最も近い類似画素を抽出することを特徴とする請求項2に記載の画像補間装置。

【請求項14】 前記第2の補間／修正処理手段が、前記隣接する画素におけるG信号およびB信号の値を用いて、前記輝度値が最も近い類似画素を抽出することを特徴とする請求項2に記載の画像補間装置。

【請求項15】 前記第1の補間／修正処理手段が、前記第1パターンに属する画像の各画素に関し、その画素のG信号およびR信号に基づいて得られる第1の参照値と前記類似画素のG信号およびR信号に基づいて得られる第2の参照値との比率を前記輝度値に乗じて求めた修正輝度値と色差信号Cbを用いて、前記B信号を補間により求めるとともに前記G信号とR信号を修正することを特徴とする請求項2に記載の画像補間装置。

【請求項16】 前記第1の補間／修正処理手段が、下記式に従って前記B信号を求めるとともに前記G信号とR信号を修正することを特徴とする請求項15に記載の画像補間装置。

$$Y = 0.299 \times R(x', y') + 0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y')$$

$$C b = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$C r = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$Y G = Y \times$$

$$(0.587 \times G(x, y) + 0.299 \times R(x, y)) / (0.587 \times G(x', y') + 0.299 \times R(x', y'))$$

$$r' = Y G + 1.402 \times C r$$

$$g' = YG - 0.344 \times Cb - 0.714 \times Cr$$

$$b = YG + 1.772 \times Cb$$

ただし、Yは前記類似画素の輝度値、 $R(x', y')$ 、 $G(x', y')$ 、 $B(x', y')$ は前記類似画素のR、G、B信号、 $G(x, y)$ は第1パターンに属する画像の画素のG信号、 $b$ は前記第1の補間／修正処理手段により求められる前記第1パターンに属する画像の画素のB信号、 $r'$ は修正されたR信号、 $g'$ は修正されたG信号である。

【請求項17】 前記第2の補間／修正処理手段が、前記第4パターンに属する画像の各画素に関し、その画素のG信号およびB信号に基づいて得られる第1の参照値と前記類似画素のG信号およびB信号に基づいて得られる第2の参照値との比率を前記輝度値に乗じて求めた修正輝度値と色差信号 $Cr$ を用いて、前記R信号を求めるとともに前記G信号とB信号を修正することを特徴とする請求項2に記載の画像補間装置。

【請求項18】 前記第2の補間／修正処理手段が、下記式に従って前記R信号を求めるとともに前記G信号とB信号を修正することを特徴とする請求項17に記載の画像補間装置。

$$Y = 0.299 \times R(x', y') + 0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y')$$

$$Cb = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$Cr = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$YG = Y \times$$

$$(0.587 \times G(x, y) + 0.114 \times B(x, y)) / (0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y'))$$

$$r = YG + 1.402 \times Cr$$

$$g' = YG - 0.344 \times Cb - 0.714 \times Cr$$

$$b' = YG + 1.772 \times Cb$$

ただし、Yは前記類似画素の輝度値、 $R(x', y')$ 、 $G(x', y')$ 、 $B(x', y')$ は前記類似画素のR、G、B信号、 $G(x, y)$ は第4パターンに属する画像の画素のG信号、 $r$ は前記第2の補間／修正処理手段により求められる前記第4パターンに属する画像の画素のR信号、 $g'$ は修正されたG信号、 $b'$ は修正されたB信号である。



【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばデジタルカメラにおいて、カラー画像の画質を向上させるために設けられる画像補間装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来デジタルカメラにおいて、カラー画像を検出するために、CCD等の撮像素子の前面にベイヤー配列のカラーフィルタを設けたものが知られている。このカラーフィルタは、レッド（R）、グリーン（G）およびブルー（B）の各カラーフィルタ要素を市松模様に配列して構成され、これらのカラーフィルタ要素は撮像素子のフォトダイオードにそれぞれ対応している。したがってフォトダイオードにより、各カラーフィルタ要素に対応した色の画素信号が生成され、例えばRのカラーフィルタ要素に対応したフォトダイオードによりRの画素信号が生成される。

【0003】

撮像素子から出力された画素信号をそのまま用いるよりも高画質のカラー画像を表示するため、画素信号に対して補間処理を施すことがある。通常の補間処理では、フォトダイオードによってR信号が得られた画素に対しては、その周囲に位置する画素のG信号の相加平均をとることによってG信号が生成され、また、その周囲に位置する画素のB信号の相加平均をとることによってB信号が生成される。ところが、例えば空間周波数の高い画像において、補間処理によって求めようとしている画素の実際の色とその周囲の画素の実際の色とが大きく異なることがあり、このような場合、補間処理により得られた画素の色信号の値によって、再生画像に色にじみが生じる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

したがって本発明は、補間処理によって再生画像に色にじみが生じることを減少させることを目的としている。

## 【 0 0 0 5 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明に係る第1の画像補間装置は、受光面に結像された被写体像に対応した色信号が生成されるマトリクス状に配置された各画素において発生する撮像素子と、対象画素の近傍に位置する複数の隣接画素の色信号を用いて補間処理を施すことにより、対象画素の色信号を求める第1の補間処理手段と、第1の補間処理手段によって得られた対象画素の色信号を用いて補間処理を施すことにより、隣接画素の色信号を修正する第2の補間処理手段とを備えることを特徴としている。

## 【 0 0 0 6 】

本発明に係る第2の画像補間装置は、カラーフィルタと撮像素子とパターン設定手段とG補間処理手段とR/B補間処理手段と第1の補間/修正処理手段と第2の補間修正処理手段とを備えている。

カラーフィルタは、水平方向にレッド(R)とグリーン(G)のカラーフィルタ要素が交互に並ぶ第1の列と、この第1の列の上下側に隣接し、水平方向にGとブルー(B)のカラーフィルタ要素が交互に並ぶ第2の列とから構成される。撮像素子は、各カラーフィルタ要素に対応した画素信号であるR、G、B信号を生成する。パターン設定手段は、撮像素子によって生成されたR、G、B信号から、2×2の画素マトリクスにおいて左上にR信号が位置する第1パターンと、右上にG信号が位置する第2パターンと、左下にG信号が位置する第3パターンと、右下にB信号が位置する第4パターンとにそれぞれ属する画像を抽出する。G補間処理手段は、第1および第4パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素のG信号を利用してG信号を求める。R/B補間処理手段は、第2および第3パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素のRおよびB信号を利用してRおよびB信号を求める。第1の補間/修正処理手段は、第1パターンに属する画像の各画素に関し、隣接する画素の中から輝度値が最も近い類似画素を抽出し、類似画素の輝度値と色差信号C<sub>b</sub>、C<sub>r</sub>に基づいて、B信号を補間により求めるとともに、G補間処理手段により求められたG信号と撮像素子により生成されたR信号とを修正する。第2の補間/修正処理手段は、第4パターンに

属する画像の各画素に関し、隣接する画素の中から輝度値が最も近い類似画素を抽出し、類似画素の輝度値と色差信号 $C_b$ 、 $C_r$ に基づいて、R信号を補間により求めるとともに、G補間処理手段により求められたG信号と撮像素子により生成されたB信号とを修正する。

## 【0007】

G補間処理手段において、隣接する画素は第2および第3パターンに属する画像に含まれる。R/B補間処理手段において、隣接する画素は第1および第4パターンに属する画像に含まれる。第1の補間／修正処理手段および第2の補間／修正処理手段において、隣接する画素は第2および第3パターンに属する画像に含まれる。

## 【0008】

第1の補間／修正処理手段および第2の補間／修正処理手段は、好ましくは、隣接する画素におけるG信号の値を用いて、輝度値が最も近い類似画素を抽出する。類似画素の色合いが補間処理によって求めようとしている画素の色合いに近いと推定することにより、色にじみが減少する。

## 【0009】

第1の補間／修正処理手段は、第1パターンに属する画像の各画素に関し、色差信号 $C_b$ 、 $C_r$ が類似画素の色差信号 $C_b$ 、 $C_r$ に等しいと仮定して、B信号を求めるとともにG信号とR信号を修正してもよい。同様に第2の補間／修正処理手段は、第4パターンに属する画像の各画素に関し、色差信号 $C_b$ 、 $C_r$ が類似画素の色差信号 $C_b$ 、 $C_r$ に等しいと仮定して、R信号を求めるとともにG信号とB信号を修正してもよい。

## 【0010】

第1の補間／修正処理手段は、第1パターンに属する画像の各画素に関し、その画素のG信号と類似画素のG信号との比率を輝度値に乗じて求めた修正輝度値と色差信号 $C_b$ 、 $C_r$ を用いて、B信号を求めるとともにG信号とR信号を修正してもよい。これにより、さらに色にじみを減少させることが可能になる。この場合、第1の補間／修正処理手段は例えば下記式に従ってB信号を求めるとともにG信号とR信号を修正する。

$$Y = 0.299 \times R(x', y') + 0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y')$$

$$C_b = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$C_r = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$Y_G = Y \times G(x, y) / G(x', y')$$

$$r' = Y_G + 1.402 \times C_r$$

$$g' = Y_G - 0.344 \times C_b - 0.714 \times C_r$$

$$b = Y_G + 1.772 \times C_b$$

ただし、Yは類似画素の輝度値、 $R(x', y')$ 、 $G(x', y')$ 、 $B(x', y')$ は類似画素のR、G、B信号、 $G(x, y)$ は第1パターンに属する画像の画素のG信号、bは第1の補間／修正処理手段により求められる第1パターンに属する画素のB信号、 $r'$ は修正されたR信号、 $g'$ は修正されたG信号である。

#### 【0011】

第2の補間／修正処理手段は、第4パターンに属する画像の各画素に関し、その画素のG信号と類似画素のG信号との比率を輝度値に乗じて求めた修正輝度値と色差信号 $C_r$ を用いて、R信号を求めるとともにG信号とB信号を修正してもよい。この場合、第2の補間／修正処理手段は例えば下記式に従ってR信号を求めるとともにG信号とB信号を修正する。

$$Y = 0.299 \times R(x', y') + 0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y')$$

$$C_b = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$C_r = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$Y_G = Y \times G(x, y) / G(x', y')$$

$$r = Y_G + 1.402 \times C_r$$

$$g' = Y_G - 0.344 \times C_b - 0.714 \times C_r$$

$$b' = Y_G + 1.772 \times C_b$$

ただし、Yは類似画素の輝度値、 $R(x', y')$ 、 $G(x', y')$ 、 $B(x', y')$ は類似画素のR、G、B信号、 $G(x, y)$ は第4パターンに属する画像の画素のG信号、 $r$ は第2の補間／修正処理手段により求められる第4パターンに属する画像の画素のR信号、 $g'$ は修正されたG信号、 $b'$ は修正されたB信号である。

#### 【0012】

第 1 の補間／修正処理手段は、隣接する画素における G 信号および R 信号の値を用いて、輝度値が最も近い類似画素を抽出してもよい。また、第 2 の補間／修正処理手段は、隣接する画素における G 信号および B 信号の値を用いて、輝度値が最も近い類似画素を抽出してもよい。

## 【 0 0 1 3 】

第 1 の補間／修正処理手段は、第 1 パターンに属する画像の各画素に関し、その画素の G 信号および R 信号に基づいて得られる第 1 の参照値と類似画素の G 信号および R 信号に基づいて得られる第 2 の参照値との比率を輝度値に乗じて求めた修正輝度値と色差信号 C b を用いて、B 信号を補間により求めるとともに G 信号と R 信号を修正してもよい。この場合、第 1 の補間／修正処理手段は例えば下記式に従って B 信号を求めるとともに G 信号と R 信号を修正する。

$$Y = 0.299 \times R(x', y') + 0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y')$$

$$C b = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$C r = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$Y G = Y \times$$

$$(0.587 \times G(x, y) + 0.299 \times R(x, y)) / (0.587 \times G(x', y') + 0.299 \times R(x', y'))$$

$$r' = Y G + 1.402 \times C r$$

$$g' = Y G - 0.344 \times C b - 0.714 \times C r$$

$$b = Y G + 1.772 \times C b$$

ただし、Y は前記類似画素の輝度値、 $R(x', y')$ 、 $G(x', y')$ 、 $B(x', y')$  は類似画素の R、G、B 信号、 $G(x, y)$  は第 1 パターンに属する画像の画素の G 信号、b は第 1 の補間／修正処理手段により求められる第 1 パターンに属する画像の画素の B 信号、 $r'$  は修正された R 信号、 $g'$  は修正された G 信号である。

## 【 0 0 1 4 】

第 2 の補間／修正処理手段は、第 4 パターンに属する画像の各画素に関し、その画素の G 信号および B 信号に基づいて得られる第 1 の参照値と類似画素の G 信号および B 信号に基づいて得られる第 2 の参照値との比率を輝度値に乗じて求めた修正輝度値と色差信号 C r を用いて、R 信号を求めるとともに G 信号と B 信号を修正してもよい。この場合、第 2 の補間／修正処理手段は例えば下記式に従っ

て R 信号を求めるとともに G 信号と B 信号を修正する。

$$Y = 0.299 \times R(x', y') + 0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y')$$

$$C_b = -0.169 \times R(x', y') - 0.331 \times G(x', y') + 0.5 \times B(x', y')$$

$$C_r = 0.5 \times R(x', y') - 0.419 \times G(x', y') - 0.081 \times B(x', y')$$

$$Y_G = Y \times$$

$$(0.587 \times G(x, y) + 0.114 \times B(x, y)) / (0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y'))$$

$$r = Y_G + 1.402 \times C_r$$

$$g' = Y_G - 0.344 \times C_b - 0.714 \times C_r$$

$$b' = Y_G + 1.772 \times C_b$$

ただし、Y は類似画素の輝度値、 $R(x', y')$ 、 $G(x', y')$ 、 $B(x', y')$  は類似画素の R、G、B 信号、 $G(x, y)$  は第 4 パターンに属する画像の画素の G 信号、r は前記第 2 の補間／修正処理手段により求められる第 4 パターンに属する画像の画素の R 信号、 $g'$  は修正された G 信号、 $b'$  は修正された B 信号である。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。図 1 は、本発明の第 1 実施形態である画像補間装置を備えたデジタルカメラ 10 の概略的な構成を示している。

【0016】

撮影レンズ 11 の後方には撮像素子である CCD 12 が配設され、CCD 12 の受光面にはカラーフィルタ 13 が設けられている。すなわち撮影レンズ 11 によって得られた被写体 S の光学像が CCD 12 の受光面に結像され、CCD 12 のフォトダイオードには、被写体像を構成するカラーの画素信号が発生する。画素信号は CCD 12 から読み出され、A/D 変換器 14 においてデジタル信号に変換される。そして画素信号はホワイトバランス調整回路 15 においてホワイトバランス調整を施され、画像メモリ 16 に格納される。

【0017】

画素信号は画像メモリ 16 から読み出され、パターン設定部 17 に入力される。パターン設定部 17 では、後述するように、所定の配列パターンを構成する画

素信号が全画素信号の中から抽出され、第1、第2、第3および第4パターンに分類される。補間処理部18では、パターン設定部17において抽出された画素信号がそのパターンに応じた補間処理を施される。補間処理部18から出力された、補間後の画素信号はメモリカード等の記録媒体Dに記録される。なおホワイトバランス調整回路15は、A/D変換器14の後段ではなく、補間処理部18の後段に設けられてもよい。

## 【0018】

図2はカラーフィルタ13におけるカラーフィルタ要素の配列と、パターン設定部17において抽出される、各パターンに属する画像の画素信号とを示している。カラーフィルタ13は、ベイヤー配列に従って配置されたレッド(R)、グリーン(G)およびブルー(B)のカラーフィルタ要素から構成される。すなわちカラーフィルタ13は、水平方向にRとGのカラーフィルタ要素が交互に並ぶ第1の列13aと、この第1の列13aの上下側に隣接し、水平方向にGとBのカラーフィルタ要素が交互に並ぶ第2の列13bとから構成され、CCD12では、各カラーフィルタ要素に対応した画素信号であるR、G、B信号が生成される。

## 【0019】

カラーフィルタ13は、左上にR、右上と左下にG、右下にBのカラーフィルタ要素が配置された2×2の画素マトリクスM1に区画される。パターン設定部17では、CCD12によって生成されるR、G、B信号から、画素マトリクスM1において左上にR信号が位置する第1パターンと、右上にG信号が位置する第2パターンと、左下にG信号が位置する第3パターンと、右下にB信号が位置する第4パターンとにそれぞれ属する画像が抽出される。

## 【0020】

パターン設定部17において、第1パターンは、C言語で表わされた論理式(1)に従って、1つの画像を構成する全ての画素信号から抽出される。

$$!(x \% 2) \quad \&\& \quad !(y \% 2) \quad (1)$$

なお論理式(1)において、「x」と「y」は画像の左隅を原点とする横座標と縦座標をそれぞれ示す。すなわち、左隅のR信号の座標は(0,0)その右隣のG信

号の座標は(1,0)である。また論理式(1)において、「!」は論理否定、「%」は剰余、「&&」は論理積を示す。したがって論理式(1)によれば、x座標とy座標がともに偶数である画素信号(すなわちR信号)から成る画像が抽出される。

## 【0021】

同様に、第2パターン、第3パターンおよび第4パターンは、論理式(2)、(3)および(4)に従って抽出される。

$$(x \% 2) \ \&\& \ ! \ (y \% 2) \quad (2)$$

$$! \ (x \% 2) \ \&\& \ (y \% 2) \quad (3)$$

$$(x \% 2) \ \&\& \ (y \% 2) \quad (4)$$

## 【0022】

図3～図9を参照して補間処理部18における処理を説明する。図3は、画像メモリ16に格納された、1つの画像を構成する画素の座標と色を示している。補間処理部18では、後述するように、G補間処理ルーチン(図4)と、R/B補間処理ルーチン(図5)と、第1の補間/修正処理ルーチンと(図7、8)、第2の補間/修正処理ルーチン(図9)とが実行される。これらの処理ルーチンにおいて、補間等によって画素データを求めようとしている対象画素の座標は(x,y)である。

## 【0023】

図4はG補間処理ルーチンのフローチャートである。G補間処理ルーチンでは、第1および第4パターンに属する画像に関する補間処理が行われる。

## 【0024】

ステップ101では、対象画素の左側に隣接する画素のG信号である $G(x-1,y)$ と右側に隣接する画素のG信号である $G(x+1,y)$ との差の絶対値が、対象画素の上側に隣接する画素のG信号である $G(x,y-1)$ と下側に隣接する画素のG信号である $G(x,y+1)$ との差の絶対値よりも小さいか否かが判定される。対象画素の座標が(2,2)である場合(すなわち第1パターンの画像)を例にとって説明すると、対象画素はR(2,2)であり、ステップ101では $|G(1,2)-G(3,2)|$ が $|G(2,1)-G(2,3)|$ よりも小さいか否かが判定される。



## 【 0 0 2 5 】

なお対象画素が第1パターンに属する画像に含まれるとき、すなわちR信号であるとき、その左右に隣接する画素は第2パターンに属する画像に含まれ、またその上下に隣接する画素は第3パターンに含まれる。一方、対象画素が第4パターンに属する画像に含まれるとき、すなわちB信号であるとき、その左右に隣接する画素は第3パターンに属する画像に含まれ、またその上下に隣接する画素は第2パターンに含まれる。

## 【 0 0 2 6 】

ステップ101において、対象画素の左右に隣接する画素信号の差の絶対値の方が上下に隣接する画素信号の差の絶対値よりも小さいと判定されたとき、ステップ102が実行され、左右に隣接する画素信号である $G(x-1, y)$ と $G(x+1, y)$ の相加平均が、対象画素のG信号 $g$ として求められる。これに対して、対象画素の左右に隣接する画素信号の差の絶対値が上下に隣接する画素信号の差の絶対値よりも小さくないと判定されたとき、ステップ103において、上下に隣接する画素信号である $G(x, y-1)$ と $G(x, y+1)$ の相加平均が、対象画素のG信号 $g$ として求められる。ステップ102または103の実行により、G補間処理ルーチンは終了する。

## 【 0 0 2 7 】

このようにG補間処理ルーチンでは、第1および第4パターンに属する画像の各画素に関し、左右および上下に隣接する4つのG信号において、差の小さい方の組の2つのG信号の平均値が対象画素のG信号として求められる。第1および第4パターンに属する画像の全ての画素に対してG補間処理ルーチンが実行されると、1つの画像を構成する全画素におけるG信号が求められたことになる。

## 【 0 0 2 8 】

図5はR/B補間処理ルーチンのフローチャートである。R/B補間処理ルーチンでは、第2および第3パターンに属する画像に関する補間処理が行われる。

## 【 0 0 2 9 】

ステップ201では対象画素が第2パターンに属する画像に含まれるか否かが判定される。対象画素が第2パターンに属する画像に含まれるとき、すなわち対

象画素が画素マトリクスM1（図2）の右上のG信号であるとき、ステップ202が実行される。これに対して対象画素が第2パターンに含まれないとき、すなわち第3パターンに含まれ、画素マトリクスM1（図2）の左下のG信号であるとき、ステップ203が実行される。

## 【0030】

ステップ202では、対象画素の左右に隣接する画素信号（第1パターンの画像）である $R(x-1,y)$ と $R(x+1,y)$ の相加平均が対象画素のR信号 $r$ として求められる。また対象画素の上下に隣接する画素信号（第4パターンの画像）である $B(x,y-1)$ と $B(x,y+1)$ の相加平均が対象画素のB信号 $b$ として求められる。

## 【0031】

ステップ203では、対象画素の上下に隣接する画素信号（第1パターンの画像）である $R(x,y-1)$ と $R(x,y+1)$ の相加平均が対象画素のR信号 $r$ として求められる。また対象画素の左右に隣接する画素信号（第4パターンの画像）である $B(x-1,y)$ と $B(x+1,y)$ の相加平均が対象画素のB信号 $b$ として求められる。

## 【0032】

ステップ202または203の実行によりR/B補間処理ルーチンは終了する。このようにR/B補間処理ルーチンでは、第2および第3パターンに属する画像の各画素に関し、左右および上下に隣接する画素信号を補間することにより、対象画素のRおよびB信号が求められる。G補間処理ルーチン（図4）が完了し、かつ第2および第3パターンに属する画像の全ての画素に対してR/B補間処理ルーチンが実行されると、図6から理解されるように、1つの画像を構成する全画素におけるG信号が求められ、また第2および第3パターンに属する画像の各画素に関してR信号 $r$ とB信号 $b$ が求められたことになる。すなわち第1パターンに属する画像に関しては、B信号がまだ求められておらず、また第4パターンに属する画像に関しては、R信号がまだ求められていない。

## 【0033】

図7および図8は、第1パターンに属する画像の各画素に関してB信号を求めるとともに、G補間処理ルーチン（図4）により求められたG信号とCCD12により生成されたR信号とを修正する第1の補間/修正処理ルーチンのフローチ

ャートである。

【 0 0 3 4 】

ステップ 3 0 1 では、対象画素の左側に隣接する画素の G 信号である  $G(x-1, y)$  と対象画素の G 信号である  $G(x, y)$  との差の絶対値が、対象画素の右側に隣接する画素の G 信号である  $G(x+1, y)$  と対象画素の G 信号である  $G(x, y)$  との差の絶対値よりも小さいか否かが判定される。換言すれば、対象画素の左右に隣接するいずれの画素の G 信号が対象画素の G 信号に近い値を有するか否かが判定される。左側の画素の G 信号が対象画素の G 信号により近いとき、ステップ 3 0 2 において、パラメータ  $p$  が  $-1$  に定められる。これに対し、右側の画素の G 信号が対象画素の G 信号により近い、あるいは等しいとき、ステップ 3 0 3 において、パラメータ  $p$  が  $1$  に定められる。

【 0 0 3 5 】

ステップ 3 0 4 では、対象画素の上側に隣接する画素の G 信号である  $G(x, y-1)$  と対象画素の G 信号である  $G(x, y)$  との差の絶対値が、対象画素の下側に隣接する画素の G 信号である  $G(x, y+1)$  と対象画素の G 信号である  $G(x, y)$  との差の絶対値よりも小さいか否かが判定される。すなわち対象画素の上下に隣接するいずれの画素の G 信号が対象画素の G 信号に近い値を有するか否かが判定される。上側の G 信号が対象画素の G 信号により近いとき、ステップ 3 0 5 において、パラメータ  $q$  が  $-1$  に定められる。これに対し、下側の G 信号が対象画素の G 信号により近い、あるいは等しいとき、ステップ 3 0 6 において、パラメータ  $q$  が  $1$  に定められる。

【 0 0 3 6 】

ステップ 3 0 7 では、対象画素の左右のいずれかに隣接する画素と、上下のいずれかに隣接する画素と、対象画素とに関し、G 信号の大きさが比較される。対象画素の左側の画素の G 信号が右側の画素の G 信号よりも対象画素の G 信号に近く、かつ対象画素の上側の画素の G 信号が下側の画素の G 信号よりも対象画素の G 信号に近いとき、パラメータ  $p$  ,  $q$  はともに  $-1$  であり、 $G(x-1, y)$  と  $G(x, y)$  との差の絶対値が、 $G(x, y-1)$  と  $G(x, y)$  との差の絶対値よりも小さいか否かが判定される。左側の G 信号が対象画素の G 信号により近いとき、ステップ 3 0 8 におい

て、パラメータ  $s$  が  $p$  すなわち  $-1$  に定められる。これに対し、上側の  $G$  信号が対象画素の  $G$  信号により近い、あるいは等しいとき、ステップ 309 においてパラメータ  $s$  が  $2 \times q$  すなわち  $-2$  に定められる。

## 【0037】

パラメータ  $p$ ,  $q$  がともに 1 であるとき、パラメータ  $p$ ,  $q$  がそれぞれ  $-1$ , 1 であるとき、パラメータ  $p$ ,  $q$  がそれぞれ 1,  $-1$  であるときも同様にしてステップ 307、308 または 309 が実行される。このようにして第 1 の補間／修正処理ルーチンでは、対象画素の  $G$  信号に関し、第 2 および第 3 パターンに属する画像に含まれる、隣接する画素の  $G$  信号の値が検討され、左側に隣接する画素の  $G$  信号が最も近ければパラメータ  $s$  は  $-1$  に、右側に隣接する画素の  $G$  信号が最も近ければパラメータ  $s$  は 1 に、上側に隣接する画素の  $G$  信号が最も近ければパラメータ  $s$  は  $-2$  に、下側に隣接する画素の  $G$  信号が最も近ければパラメータ  $s$  は 2 に、それぞれ定められる。

## 【0038】

この明細書では、4 つの隣接する画素において、対象画素の  $G$  信号に最も近い  $G$  信号を有する画素を類似画素と呼ぶ。類似画素は、輝度値が対象画素の輝度値に最も近いものが好ましいが、対象画素の輝度値が未知であるため、 $G$  信号を用いて輝度値を判定し、類似画素を抽出している。

## 【0039】

ステップ 310 ではパラメータ  $s$  が  $-1$  であるか否か、すなわち類似画素が対象画素の左側に隣接する画素であるか否かが判定される。パラメータ  $s$  が  $-1$  であるとき、ステップ 311 が実行され、類似画素の  $R$ ,  $G$ ,  $B$  信号である  $R(x-1, y)$ ,  $G(x-1, y)$ ,  $B(x-1, y)$  を用いて輝度値  $Y$ 、色差信号  $C_b$ ,  $C_r$  および修正輝度値  $Y_G$  が求められる。

## 【0040】

輝度値  $Y$ 、色差信号  $C_b$ ,  $C_r$  および修正輝度値  $Y_G$  はそれぞれ (5) 式、(6) 式、(7) 式および (8) 式に従って演算される。

$$Y = 0.299 \times R(x-1, y) + 0.587 \times G(x-1, y) + 0.114 \times B(x-1, y) \quad (5)$$

$$C_b = -0.169 \times R(x-1, y) - 0.331 \times G(x-1, y) + 0.5 \times B(x-1, y) \quad (6)$$

$$C_r = 0.5 \times R(x-1, y) - 0.419 \times G(x-1, y) - 0.081 \times B(x-1, y) \quad (7)$$

$$Y_G = Y \times G(x, y) / G(x-1, y) \quad (8)$$

【 0 0 4 1 】

(5) 式、(6) 式および(7) 式は従来公知である。修正輝度値  $Y_G$  は、(8) 式から理解されるように対象画素の  $G$  信号と類似画素の  $G$  信号との比率を輝度値  $Y$  に乗じたものである。

【 0 0 4 2 】

ステップ 3 1 2 では、対象画素の  $G$  信号と  $R$  信号が(9) 式と(10) 式に従って演算され、修正された  $G$  信号  $g'$  と修正された  $R$  信号  $r'$  が求められる。また対象画素の  $B$  信号が(11) 式に従って演算され、補間された  $B$  信号  $b$  が求められる。これにより、第 1 の補間／修正処理ルーチンは終了する。

$$r' = Y_G + 1.402 \times C_r \quad (9)$$

$$g' = Y_G - 0.344 \times C_b - 0.714 \times C_r \quad (10)$$

$$b = Y_G + 1.772 \times C_b \quad (11)$$

【 0 0 4 3 】

なお(9) 式と(11) 式は、色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  をそれぞれ  $C_r = (R - Y) \times 0.5 / (1 - 0.299)$ 、 $C_b = (B - Y) \times 0.5 / (1 - 0.114)$  と定義し、これらの定義式を変形するとともに輝度値  $Y$  の代わりに修正輝度値  $Y_G$  を用いることによって得られる。(10) 式は、輝度値  $Y$  を  $Y = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B$  と定義し、この定義式と色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  の定義式とを変形するとともに輝度値  $Y$  の代わりに修正輝度値  $Y_G$  を用いることによって得られる。

【 0 0 4 4 】

このように本実施形態では、対象画素の色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  は類似画素の色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  に等しいと仮定し、また修正輝度値  $Y_G$  を対象画素の輝度値と見做して、対象画素の  $B$  信号を補間により求め、また  $R$  信号と  $G$  信号を修正している。

【 0 0 4 5 】

ステップ 3 1 0 においてパラメータ  $s$  が - 1 ではないと判定されたとき、ステップ 3 1 3 へ進み、パラメータ  $s$  が 1 であるか否かが判定され、類似画素が対象

画素の右側に隣接する画素であるか否かが判定される。パラメータ  $s$  が 1 であるとき、ステップ 3 1 4 が実行され、類似画素の  $R$ ,  $G$ ,  $B$  信号を用いて輝度値  $Y$ 、色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  および修正輝度値  $Y_G$  が求められる。

## 【 0 0 4 6 】

輝度値  $Y$ 、色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  および修正輝度値  $Y_G$  はそれぞれ (5 a) 式、(6 a) 式、(7 a) 式および (8 a) 式に従って演算される。

$$Y = 0.299 \times R(x+1, y) + 0.587 \times G(x+1, y) + 0.114 \times B(x+1, y) \quad (5 a)$$

$$C_b = -0.169 \times R(x+1, y) - 0.331 \times G(x+1, y) + 0.5 \times B(x+1, y) \quad (6 a)$$

$$C_r = 0.5 \times R(x+1, y) - 0.419 \times G(x+1, y) - 0.081 \times B(x+1, y) \quad (7 a)$$

$$Y_G = Y \times G(x, y) / G(x+1, y) \quad (8 a)$$

## 【 0 0 4 7 】

次いでステップ 3 1 2 が実行される。すなわち、対象画素の  $G$  信号と  $R$  信号が (9) 式と (10) 式に従って演算され、修正された  $G$  信号  $g'$  と修正された  $R$  信号  $r'$  が求められる。また対象画素の  $B$  信号が (11) 式に従って演算され、補間された  $B$  信号  $b$  が求められる。これにより第 1 の補間／修正処理ルーチンは終了する。

## 【 0 0 4 8 】

ステップ 3 1 3 においてパラメータ  $s$  が 1 ではないと判定されたとき、ステップ 3 1 5 へ進み、パラメータ  $s$  が -2 であるか否かが判定され、類似画素が対象画素の上側に隣接する画素であるか否かが判定される。パラメータ  $s$  が -2 であるとき、ステップ 3 1 6 が実行され、類似画素の  $R$ ,  $G$ ,  $B$  信号を用いて輝度値  $Y$ 、色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  および修正輝度値  $Y_G$  が求められる。

## 【 0 0 4 9 】

輝度値  $Y$ 、色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  および修正輝度値  $Y_G$  はそれぞれ (5 b) 式、(6 b) 式、(7 b) 式および (8 b) 式に従って演算される。

$$Y = 0.299 \times R(x, y-1) + 0.587 \times G(x, y-1) + 0.114 \times B(x, y-1) \quad (5 b)$$

$$C_b = -0.169 \times R(x, y-1) - 0.331 \times G(x, y-1) + 0.5 \times B(x, y-1) \quad (6 b)$$

$$C_r = 0.5 \times R(x, y-1) - 0.419 \times G(x, y-1) - 0.081 \times B(x, y-1) \quad (7 b)$$

$$Y_G = Y \times G(x, y) / G(x, y-1) \quad (8 b)$$

## 【 0 0 5 0 】

次いで、ステップ 3 1 1、3 1 4 の場合と同様に、ステップ 3 1 2 が実行され、対象画素の G 信号と R 信号が ( 9 ) 式と ( 1 0 ) 式に従って修正され、また対象画素の B 信号が ( 1 1 ) 式に従って演算され、第 1 の補間／修正処理ルーチンは終了する。

## 【 0 0 5 1 】

ステップ 3 1 5 においてパラメータ  $s$  が - 2 ではないと判定されたとき、パラメータ  $s$  は 2 である、すなわち類似画素が対象画素の下側に隣接する画素であると思われ、ステップ 3 1 7 において、類似画素の R、G、B 信号を用いて輝度値  $Y$ 、色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  および修正輝度値  $Y_G$  が求められる。

## 【 0 0 5 2 】

輝度値  $Y$ 、色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  および修正輝度値  $Y_G$  はそれぞれ ( 5 c ) 式、( 6 c ) 式、( 7 c ) 式および ( 8 c ) 式に従って演算される。

$$Y = 0.299 \times R(x, y+1) + 0.587 \times G(x, y+1) + 0.114 \times B(x, y+1) \quad (5c)$$

$$C_b = -0.169 \times R(x, y+1) - 0.331 \times G(x, y+1) + 0.5 \times B(x, y+1) \quad (6c)$$

$$C_r = 0.5 \times R(x, y+1) - 0.419 \times G(x, y+1) - 0.081 \times B(x, y+1) \quad (7b)$$

$$Y_G = Y \times G(x, y) / G(x, y+1) \quad (8c)$$

## 【 0 0 5 3 】

次いで、ステップ 3 1 1、3 1 4、3 1 6 の場合と同様に、ステップ 3 1 2 が実行され、対象画素の G 信号と R 信号が ( 9 ) 式と ( 1 0 ) 式に従って修正され、また対象画素の B 信号が ( 1 1 ) 式に従って演算され、第 1 の補間／修正処理ルーチンは終了する。

## 【 0 0 5 4 】

第 1 の補間／修正処理ルーチンは、第 1 パターンに属する画像の全ての画素に関して実行される。G 補間処理ルーチン ( 図 4 )、R／B 補間処理ルーチン ( 図 5 ) および第 1 の補間／修正処理ルーチン ( 図 7 及び図 8 ) が完了した時点において、第 1、第 2 および第 3 パターンに属する画像に関して、R、G、B 信号が求められており、第 4 パターンに属する画像における R 信号はまだ決定されていない。

## 【 0 0 5 5 】

第 4 パターンの画像の R 信号は、第 2 の補間／修正処理ルーチンにより求められる。また第 2 の補間／修正処理ルーチンでは、G 補間処理ルーチン（図 4）により求められた G 信号と CCD 1 2 により生成された B 信号とが修正される。図 9 は第 2 の補間／修正処理ルーチンのフローチャートの後半部分を示している。なお第 2 の補間／修正処理ルーチンの前半部分は図 7 に示す第 1 の補間／修正処理ルーチンと同じであるので、図示を省略する。

## 【 0 0 5 6 】

ステップ 4 1 0、4 1 3、4 1 5 の処理内容はステップ 3 1 0、3 1 3、3 1 5（図 8）と同じである。ステップ 4 1 1、4 1 4、4 1 6、4 1 7 の処理内容はステップ 3 1 1、3 1 4、3 1 6、3 1 7 と同じである。

## 【 0 0 5 7 】

ステップ 4 1 2 では、対象画素の R 信号が（1 2）式に従って演算され、補間された R 信号  $r$  が求められる。対象画素の G 信号と B 信号が（1 3）式と（1 4）式に従って演算され、修正された G 信号  $g'$  と修正された B 信号  $b'$  が求められる。

$$r = YG + 1.402 \times C_r \quad (12)$$

$$g' = YG - 0.344 \times C_b - 0.714 \times C_r \quad (13)$$

$$b' = YG + 1.772 \times C_b \quad (14)$$

## 【 0 0 5 8 】

第 2 の補間／修正処理ルーチンは、第 4 パターンに属する画像の全ての画素に関して実行される。

## 【 0 0 5 9 】

このように第 2 の補間／修正処理ルーチンでは、第 1 の補間／修正処理ルーチンと同様に、対象画素の色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  は類似画素の色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  に等しいと仮定し、また修正輝度値  $YG$  を対象画素の輝度値と見做して、対象画素の R 信号を補間により求め、また G 信号と B 信号を修正している。

## 【 0 0 6 0 】

以上のように本実施形態では、特に第 1 の補間／修正処理ルーチン（図 7 およ



び図 8) と第 2 の補間／修正処理ルーチン (図 9) において、対象画素に関して、その左右および上下に位置する画素から輝度値が最も近いものを類似画素として抽出し、補間処理を行っている。この補間処理において、2 つの画素における輝度値が近いほど色の相関が強いため、対象画素の色差信号を類似画素の色差信号とすることにより、実際の色により近い画素信号を得ることができる。したがって本実施形態によれば、再生画像における色にじみを減少させることができる。

#### 【 0 0 6 1 】

さらに本実施形態では、G 補間処理ルーチンにより求められた G 信号と、CCD 1 2 により生成された R 信号と B 信号が (9) ～ (14) 式に従って修正されるので、対象画素の色合いが周囲に位置する画素の色合いに近くなり、画像全体として色にじみがより減少する。

#### 【 0 0 6 2 】

図 1 0 および図 1 1 を参照して第 2 実施形態を説明する。図 1 0 は、第 1 の補間／修正処理ルーチンの前半部分を示し、図 1 1 は、第 2 の補間／修正処理ルーチンの前半部分を示している。その他の構成は第 1 実施形態と同じであるので省略する。

#### 【 0 0 6 3 】

ステップ 5 0 1 では、対象画素の左側および右側に隣接する画素と対象画素における輝度値の比較として、不等式 (15) が成立するか否かが判定される。

$$|0.587 \times (G(x-1, y) - G(x, y)) + 0.299 \times (R(x-1, y) - R(x, y))| < |0.587 \times (G(x+1, y) - G(x, y)) + 0.299 \times (R(x+1, y) - R(x, y))| \quad (15)$$

不等式 (15) が真であるとき、すなわち左側の画素の輝度値が対象画素の輝度値の値により近いとき、ステップ 5 0 2 において、パラメータ p が -1 に定められる。これに対し、不等式 (15) が偽であるとき、すなわち右側の画素の輝度値が対象画素の輝度値により近い、あるいは等しいとき、ステップ 5 0 3 において、パラメータ p が 1 に定められる。

#### 【 0 0 6 4 】

ステップ 5 0 4 では、対象画素の上側および下側に隣接する画素と対象画素に

おける輝度値の比較として、不等式 (16) が成立するか否かが判定される。

$$\begin{aligned} & |0.587 \times (G(x, y-1) - G(x, y)) + 0.299 \times (R(x, y-1) - R(x, y))| < \\ & |0.587 \times (G(x, y+1) - G(x, y)) + 0.299 \times (R(x, y+1) - R(x, y))| \end{aligned} \quad (16)$$

不等式 (16) が真であるとき、すなわち上側の画素の輝度値が対象画素の輝度値の値により近いとき、ステップ 505 において、パラメータ  $q$  が  $-1$  に定められる。これに対し、不等式 (16) が偽であるとき、すなわち下側の画素の輝度値が対象画素の輝度値により近い、あるいは等しいとき、ステップ 506 において、パラメータ  $q$  が  $1$  に定められる。

#### 【0065】

ステップ 507 では、対象画素の左右のいずれかに隣接する画素と、上下のいずれかに隣接する画素と、対象画素とに関し、不等式 (17) に従って輝度値が比較される。

$$\begin{aligned} & |0.587 \times (G(x+p, y) - G(x, y)) + 0.299 \times (R(x+p, y) - R(x, y))| < \\ & |0.587 \times (G(x, y+q) - G(x, y)) + 0.299 \times (R(x, y+q) - R(x, y))| \end{aligned} \quad (17)$$

パラメータ  $p$ ,  $q$  がともに  $-1$  であり、かつ不等式 (17) が真であるとき、左側の画素の輝度値が対象画素の輝度値に最も近く、この場合ステップ 508 においてパラメータ  $s$  が  $p$  すなわち  $-1$  に定められる。これに対し、不等式 (17) が偽であるとき、すなわち上側の画素の輝度値が対象画素の輝度値により近い、あるいは等しいとき、ステップ 509 においてパラメータ  $s$  が  $2 \times q$  すなわち  $-2$  に定められる。

#### 【0066】

パラメータ  $p$ ,  $q$  がともに  $1$  であるとき、パラメータ  $p$ ,  $q$  がそれぞれ  $-1$ ,  $1$  であるとき、パラメータ  $p$ ,  $q$  がそれぞれ  $1$ ,  $-1$  であるときも同様にしてステップ 507、508 または 509 が実行される。このようにして第 1 の補間／修正処理ルーチンでは、対象画素の  $G$  信号および  $R$  信号と、第 2 および第 3 パターンに属する画像に含まれる、隣接する画素の  $G$  信号および  $R$  信号とを用いて輝度値が検討され、左側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータ  $s$  は  $-1$  に、右側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータ  $s$  は  $1$  に、上側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータ  $s$  は  $-2$  に、下側に隣接する画

素の輝度値が最も近ければパラメータ  $s$  は 2 に、それぞれ定められる。

#### 【 0 0 6 7 】

このようにして、対象画素の輝度値に最も近い輝度値を有する類似画素が抽出された後、図 8 に示されるフローチャートと同様な処理によって、類似画素の  $R$ 、 $G$ 、 $B$  信号を用いて輝度値  $Y$ 、色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  および修正輝度値  $Y_G$  が求められ、対象画素の  $B$  信号が補間により求められるとともに、 $G$  信号と  $R$  信号が修正される。なお修正輝度値  $Y_G$  は、対象画素と類似画素の  $G$  信号と  $R$  信号を用いて、(18) 式に従って求められる。その他の式については、第 1 実施形態と同じである。

$$Y_G = Y \times$$

$$(0.587 \times G(x, y) + 0.299 \times R(x, y)) / (0.587 \times G(x', y') + 0.299 \times R(x', y')) \quad (18)$$

ただし、 $G(x', y')$  は類似画素の  $G$  信号、 $R(x', y')$  は類似画素の  $R$  信号を示す。

#### 【 0 0 6 8 】

第 2 の補間／修正処理ルーチン (図 11) では、第 4 パターンの画像の  $R$  信号が補間により求められるとともに、 $G$  信号と  $B$  信号が修正される。ステップ 601 では、対象画素の左側および右側に隣接する画素と対象画素における輝度値の比較として、不等式 (19) が成立するか否かが判定される。

$$\begin{aligned} & |0.587 \times (G(x-1, y) - G(x, y)) + 0.144 \times (B(x-1, y) - B(x, y))| < \\ & |0.587 \times (G(x+1, y) - G(x, y)) + 0.144 \times (B(x+1, y) - B(x, y))| \end{aligned} \quad (19)$$

不等式 (19) が真であるときは、ステップ 602 においてパラメータ  $p$  が -1 に定められ、不等式 (19) が偽であるときは、ステップ 603 においてパラメータ  $p$  が 1 に定められる。

#### 【 0 0 6 9 】

ステップ 604 では、対象画素の上側および下側に隣接する画素と対象画素における輝度値の比較として、不等式 (20) が成立するか否かが判定される。

$$\begin{aligned} & |0.587 \times (G(x, y-1) - G(x, y)) + 0.144 \times (B(x, y-1) - B(x, y))| < \\ & |0.587 \times (G(x, y+1) - G(x, y)) + 0.144 \times (B(x, y+1) - B(x, y))| \end{aligned} \quad (20)$$

不等式 (20) が真であるときは、ステップ 605 においてパラメータ  $q$  が -1

に定められ、不等式 (20) が偽であるときは、ステップ 606 においてパラメータ  $q$  が 1 に定められる。

#### 【0070】

ステップ 607 では、対象画素の左右のいずれかに隣接する画素と、上下のいずれかに隣接する画素と、対象画素とに関し、不等式 (21) に従って輝度値が比較される。

$$\begin{aligned} & |0.587 \times (G(x+p, y) - G(x, y)) + 0.144 \times (B(x+p, y) - B(x, y))| < \\ & |0.587 \times (G(x, y+q) - G(x, y)) + 0.144 \times (B(x, y+q) - B(x, y))| \end{aligned} \quad (21)$$

パラメータ  $p$ ,  $q$  がともに -1 であり、かつ不等式 (21) が真であるとき、左側の画素の輝度値が対象画素の輝度値に最も近く、この場合ステップ 608 においてパラメータ  $s$  が  $p$  すなわち -1 に定められる。これに対し、不等式 (21) が偽であるとき、すなわち上側の画素の輝度値が対象画素の輝度値により近い、あるいは等しいとき、ステップ 609 においてパラメータ  $s$  が  $2 \times q$  すなわち -2 に定められる。

#### 【0071】

パラメータ  $p$ ,  $q$  がともに 1 であるとき、パラメータ  $p$ ,  $q$  がそれぞれ -1, 1 であるとき、パラメータ  $p$ ,  $q$  がそれぞれ 1, -1 であるときも同様にしてステップ 607、608 または 609 が実行される。このようにして第 2 の補間／修正処理ルーチンでは、対象画素の  $G$  信号および  $B$  信号と、第 2 および第 3 パターンに属する画像に含まれる、隣接する画素の  $G$  信号および  $B$  信号とを用いて輝度値が検討され、左側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータ  $s$  は -1 に、右側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータ  $s$  は 1 に、上側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータ  $s$  は -2 に、下側に隣接する画素の輝度値が最も近ければパラメータ  $s$  は 2 に、それぞれ定められる。

#### 【0072】

このようにして、対象画素の輝度値に最も近い輝度値を有する類似画素が抽出された後、図 9 に示されるフローチャートと同じ処理によって、類似画素の  $R$ ,  $G$ ,  $B$  信号を用いて輝度値  $Y$ 、色差信号  $C_b$ ,  $C_r$  および修正輝度値  $Y_G$  が求められ、対象画素の  $R$  信号が補間により求められるとともに、 $G$  信号と  $B$  信号が修

正される。なお修正輝度値  $Y_G$  は、対象画素と類似画素の G 信号と B 信号を用いて、(22) 式に従って求められる。

$$Y_G = Y \times \frac{(0.587 \times G(x, y) + 0.114 \times B(x, y))}{(0.587 \times G(x', y') + 0.114 \times B(x', y'))} \quad (22)$$

ただし、 $G(x', y')$  は類似画素の G 信号、 $B(x', y')$  は類似画素の B 信号を示す。

#### 【0073】

以上のように本実施形態では、第 1 の補間／修正処理ルーチン（図 10）と第 2 の補間／修正処理ルーチン（図 11）において、輝度値として G 信号および R 信号あるいは B 信号を用いているので、輝度信号をより正確に検討することができる。したがって、再生画像における色にじみを、第 1 実施形態よりも減少させることができる。

#### 【0074】

##### 【発明の効果】

以上のように本発明によれば、補間処理によって再生画像に生じる色にじみを減少させることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

本発明の第 1 実施形態である画像補間装置を備えたデジタルカメラの概略的な構成を示すブロック図である。

#### 【図 2】

カラーフィルタにおけるカラーフィルタ要素の配列と、パターン設定部において抽出される各パターンに属する画像の画素信号とを示す図である。

#### 【図 3】

1 つの画像を構成する画素の座標と色を示す図である。

#### 【図 4】

G 補間処理ルーチンのフローチャートである。

#### 【図 5】

R／B 補間処理ルーチンのフローチャートである。

【図 6】

G 補間処理ルーチンと R / B 補間処理ルーチンが実行されたことによって求められた画素信号を示す図である。

【図 7】

第 1 の補間 / 修正処理ルーチンのフローチャートの前半部分である。

【図 8】

第 1 の補間 / 修正処理ルーチンのフローチャートの後半部分である。

【図 9】

第 2 の補間 / 修正処理ルーチンのフローチャートの後半部分である。

【図 1 0】

第 2 実施形態における第 1 の補間 / 修正処理ルーチンのフローチャートの前半部分である。

【図 1 1】

第 2 実施形態における第 2 の補間 / 修正処理ルーチンのフローチャートの前半部分である。

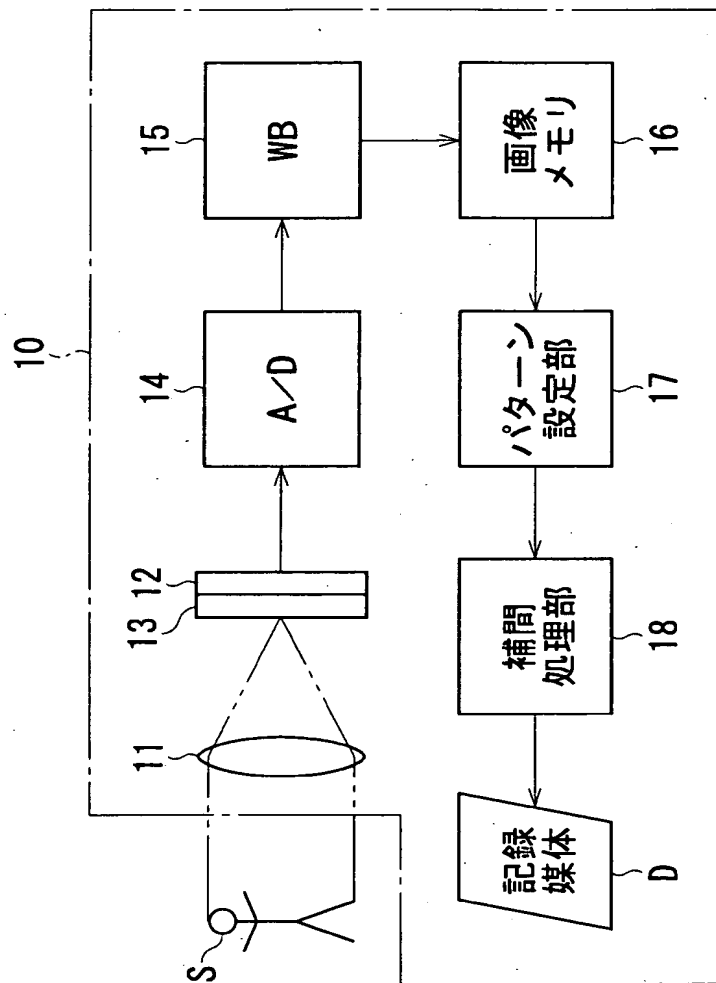
【符号の説明】

1 2 撮像素子

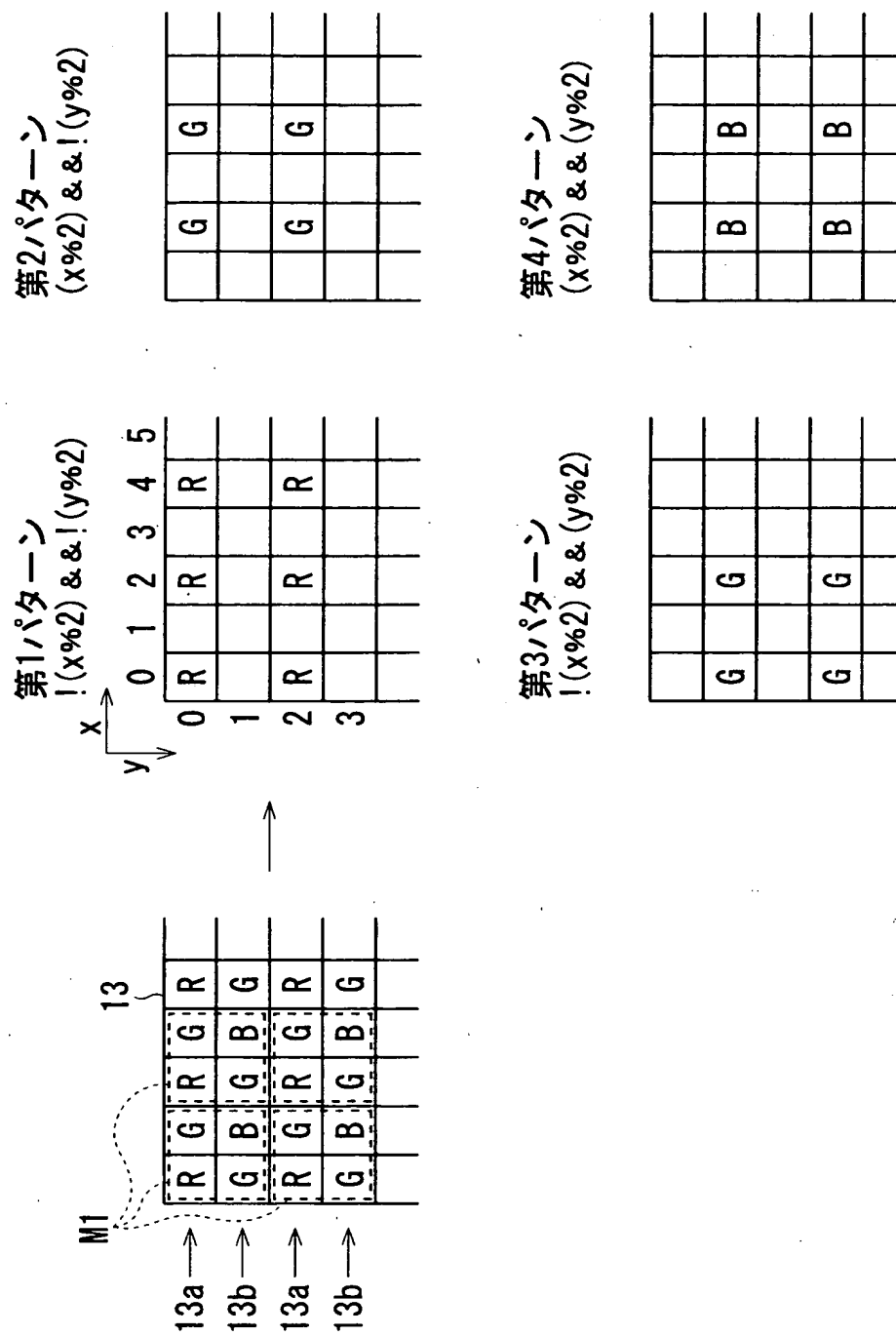
1 3 カラーフィルタ

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】

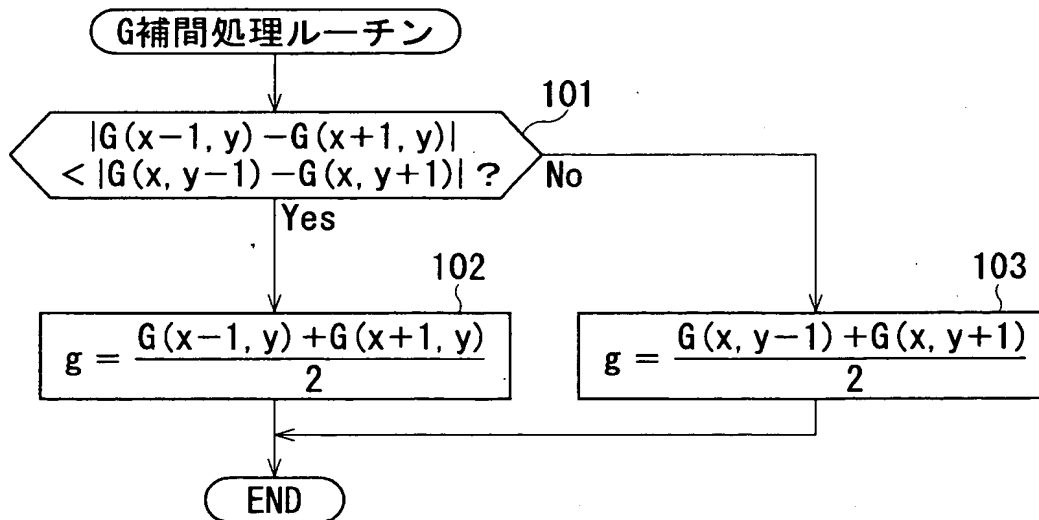




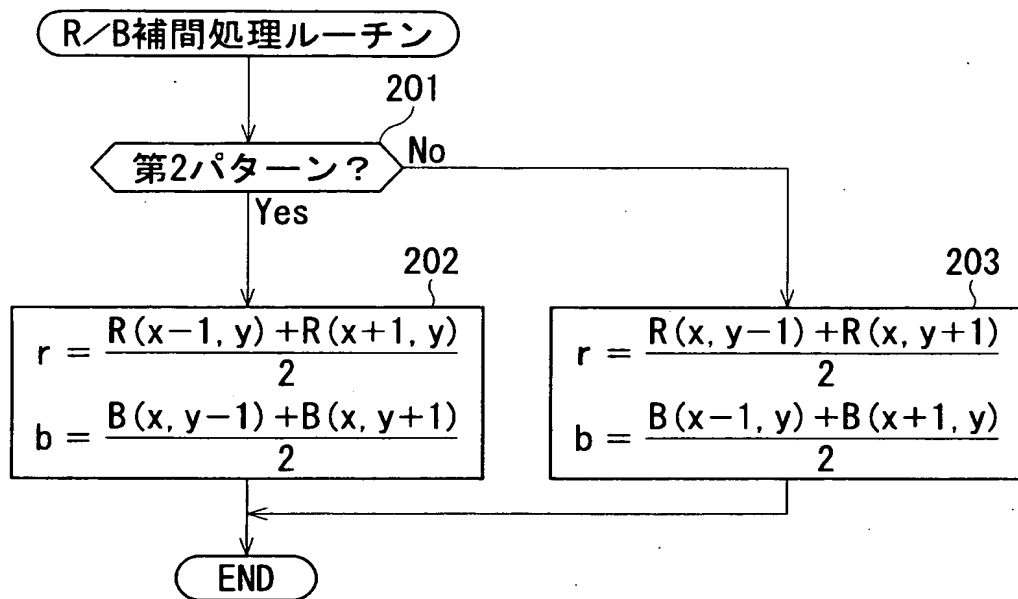
【図 3】

R(0, 0)	G(1, 0)	R(2, 0)	G(3, 0)	R(4, 0)	
G(0, 1)	B(1, 1)	G(2, 1)	B(3, 1)	G(4, 1)	
R(0, 2)	G(1, 2)	R(2, 2)	G(3, 2)	R(4, 2)	
G(0, 3)	B(1, 3)	G(2, 3)	B(3, 3)	G(4, 3)	
R(0, 4)	G(1, 4)	R(2, 4)	G(3, 4)	R(4, 4)	

【図 4】



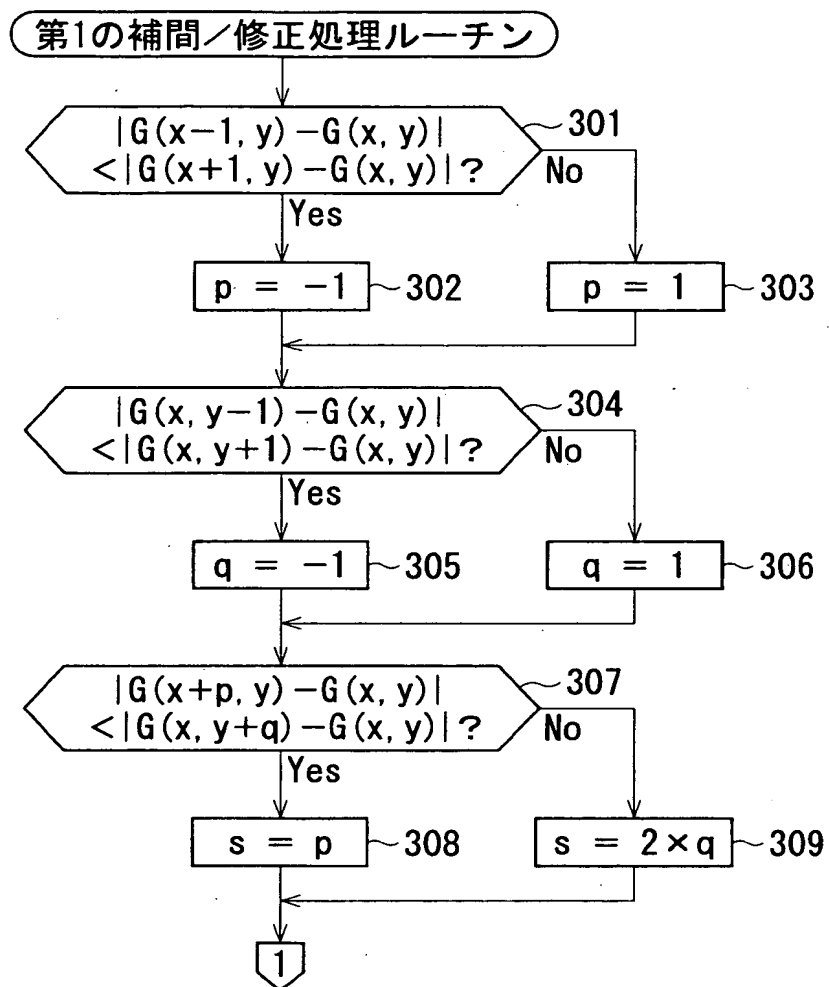
【図 5】



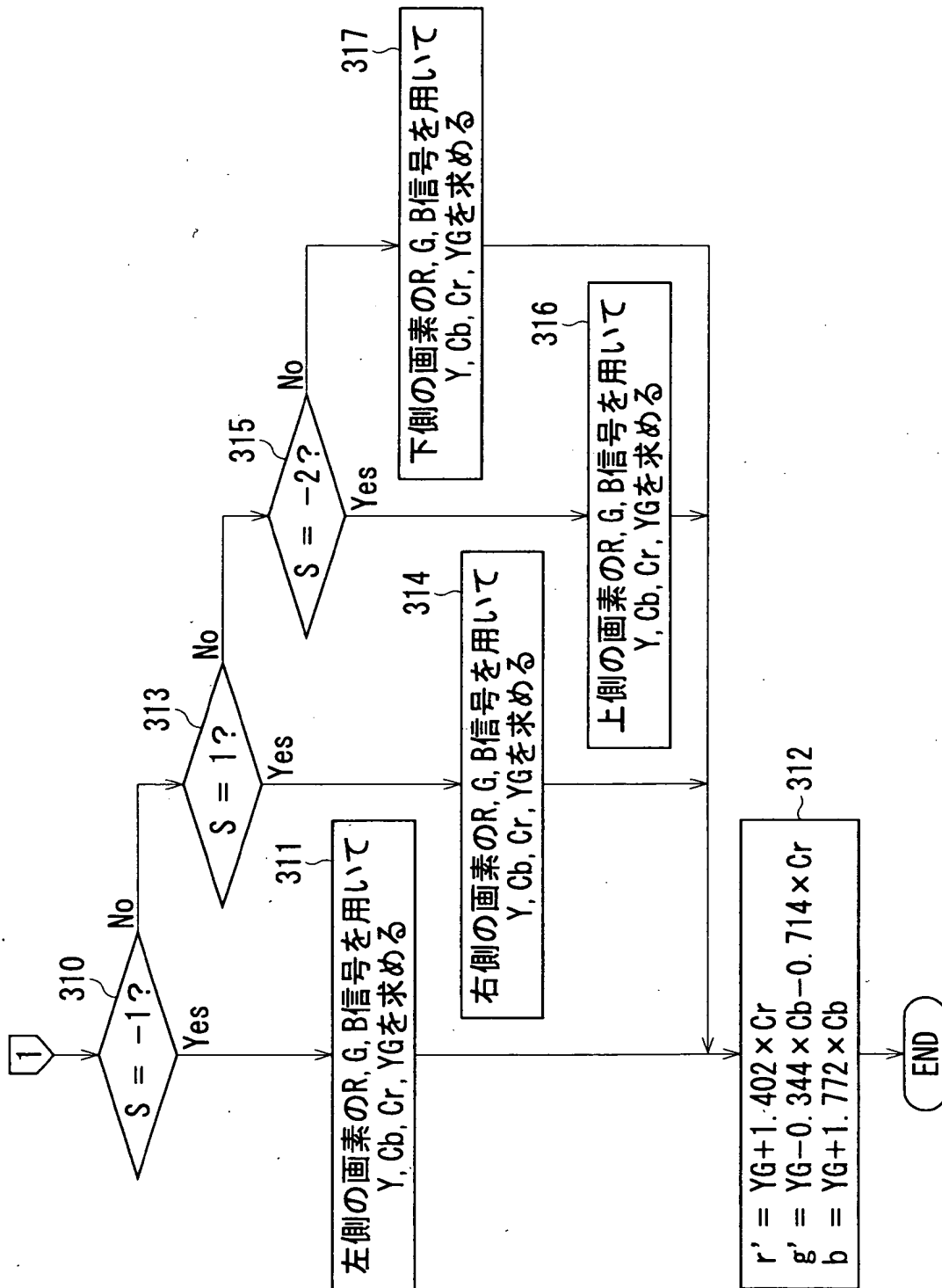
【図 6】

R(0, 0) g	G(1, 0) r, b	R(2, 0) g	G(3, 0) r, b	R(4, 0) g	
G(0, 1) r, b	B(1, 1) g	G(2, 1) r, b	B(3, 1) g	G(4, 1) r, b	
R(0, 2) g	G(1, 2) r, b	R(2, 2) g	G(3, 2) r, b	R(4, 2) g	
G(0, 3) r, b	B(1, 3) g	G(2, 3) r, b	B(3, 3) g	G(4, 3) r, b	
R(0, 4) g	G(1, 4) r, b	R(2, 4) g	G(3, 4) r, b	R(4, 4) g	

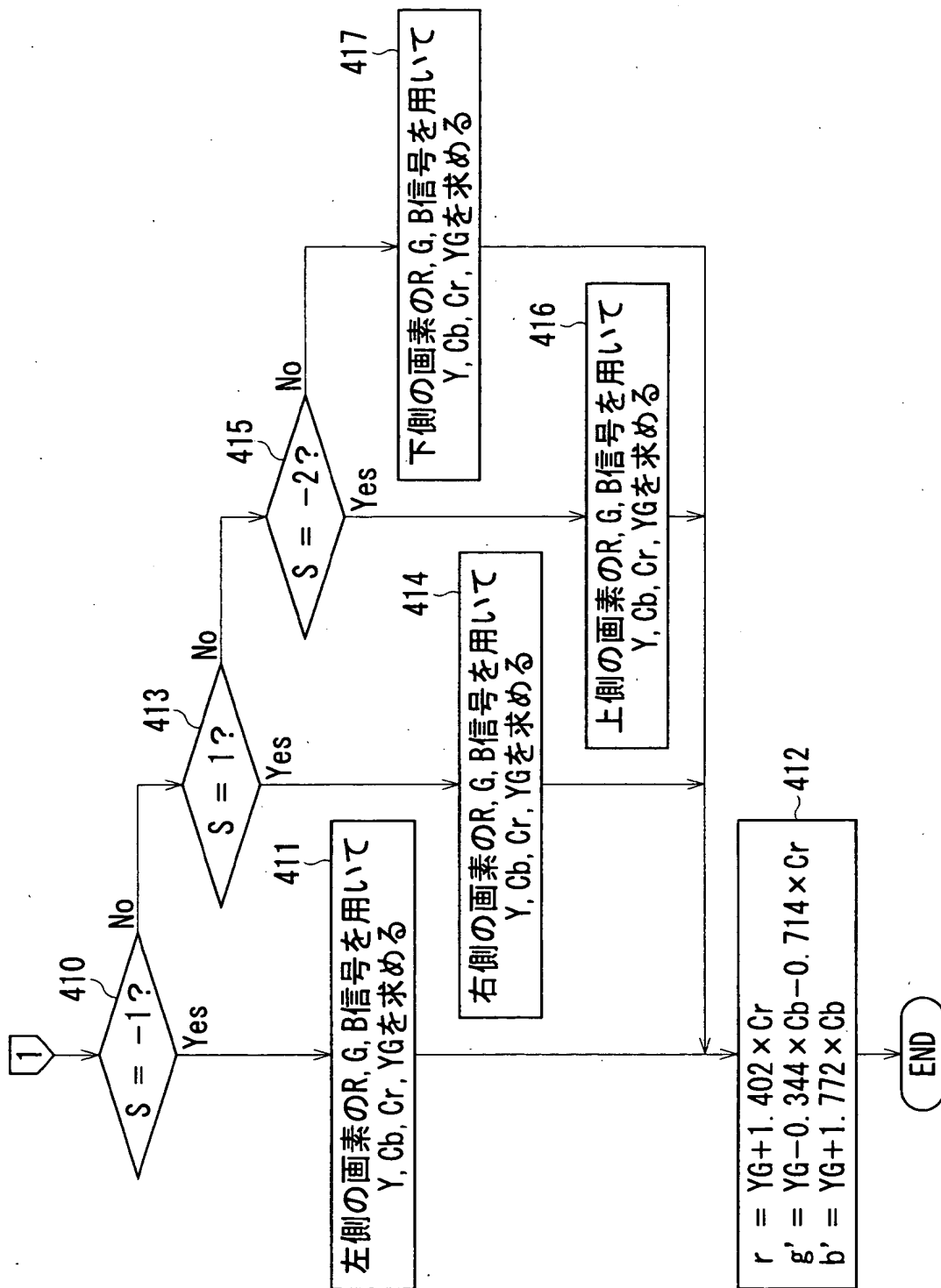
【図 7】



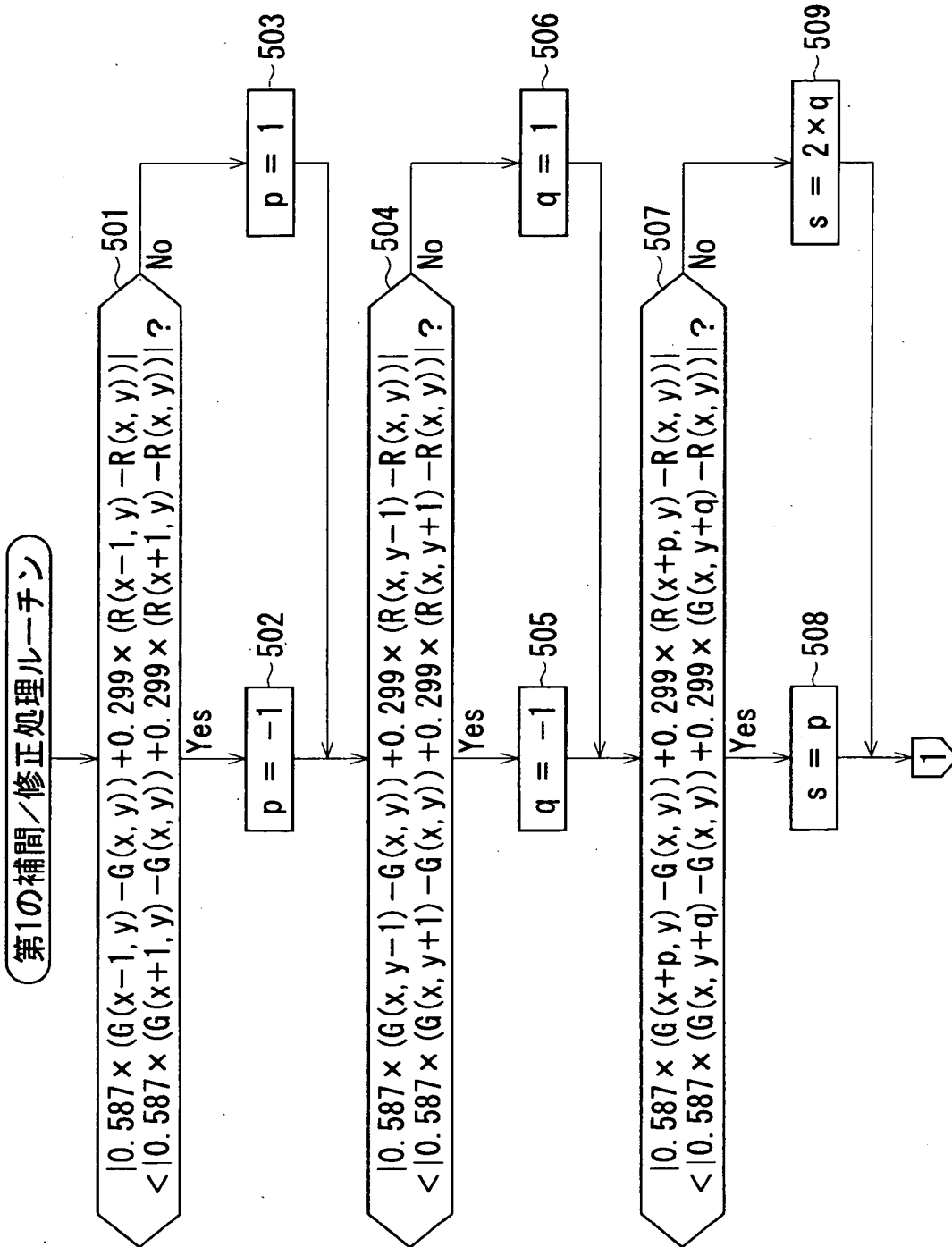
【図 8】



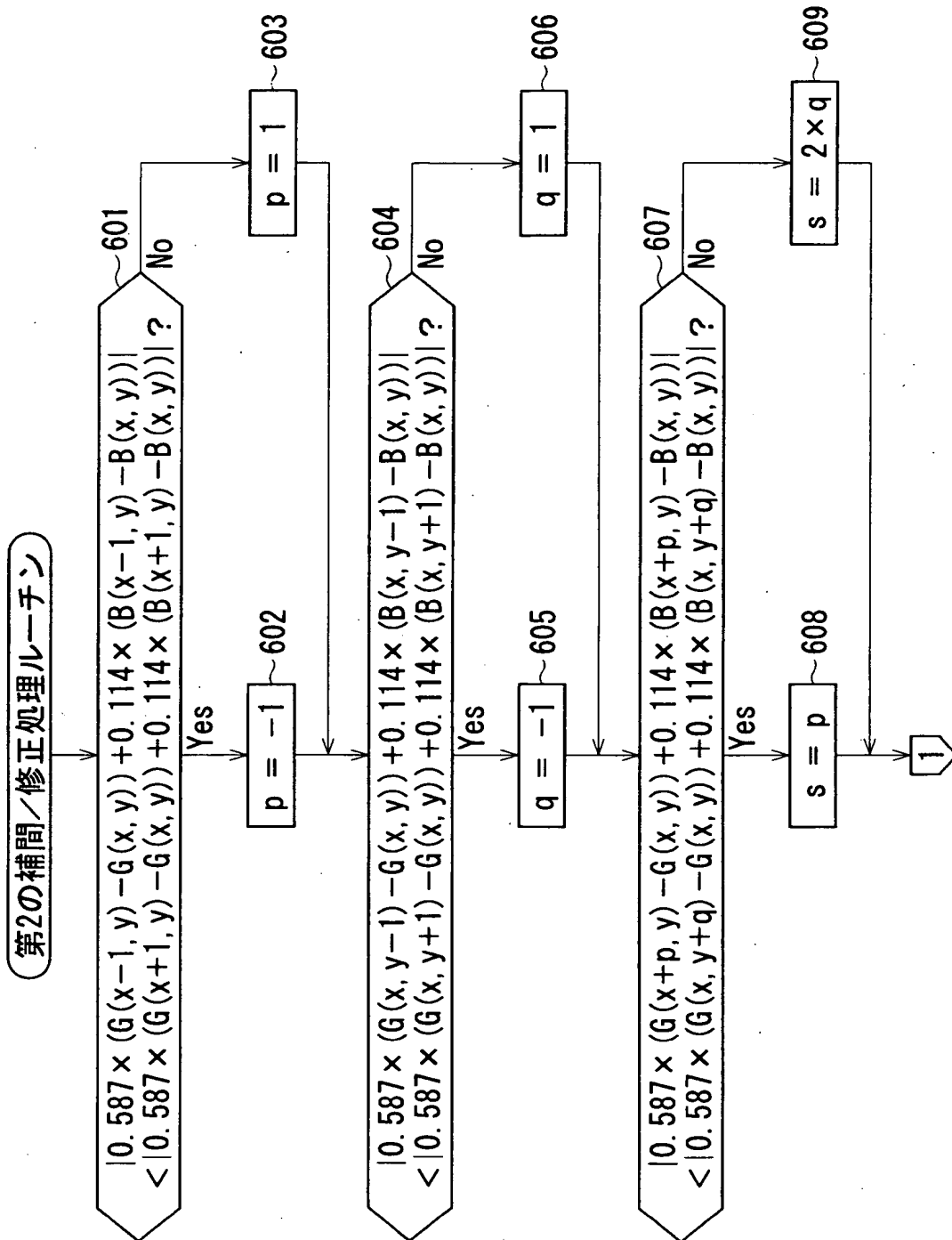
【図9】



【図10】



【図 1 1】





【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    補間処理によって再生画像に生じる色にじみを減少させる。

【解決手段】    補間処理により画素信号を得ようとしている対象画素の左右および上下に隣接する画素のG信号と対象画素のG信号との差を比較する（ステップ310, 313, 315）。左側の画素のG信号が対象画素のG信号に最も近いとき、左側の画素に関し、R, G, B信号を用いて、輝度値Yと色差信号Cb、Crと修正輝度値YGを求める（ステップ311）。修正輝度値YGと色差信号Cb、Crを用いて、対象画素のB信号bを求めるとともにR信号とG信号を修正する（ステップ312）。右側、上側、下側の画素のG信号が対象画素のG信号に最も近いときは、それぞれ右側、上側、下側の画素信号を用いる。

【選択図】            図8

【書類名】 手続補正書

【提出日】 平成13年 1月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2001- 6368

【補正をする者】

【識別番号】 000000527

【氏名又は名称】 旭光学工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090169

【弁理士】

【氏名又は名称】 松浦 孝

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 請求項 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】 1

【手続補正 2】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 0 5

【補正方法】 変更

【補正の内容】 2

【ブルーフの要否】 要

【請求項 1】 マトリクス状に配置された各画素において、受光面に結像された被写体像に対応した色信号が生成される撮像素子と、

対象画素の近傍に位置する複数の隣接画素の色信号を用いて補間処理を施すことにより、前記対象画素の色信号を求める第 1 の補間処理手段と、

前記第 1 の補間処理手段によって得られた前記対象画素の色信号を用いて補間処理を施すことにより、前記隣接画素の色信号を修正する第 2 の補間処理手段とを備えることを特徴とする画像補間装置。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る第 1 の画像補間装置は、マトリクス状に配置された各画素において、受光面に結像された被写体像に対応した色信号が生成される撮像素子と、対象画素の近傍に位置する複数の隣接画素の色信号を用いて補間処理を施すことにより、対象画素の色信号を求める第 1 の補間処理手段と、第 1 の補間処理手段によって得られた対象画素の色信号を用いて補間処理を施すことにより、隣接画素の色信号を修正する第 2 の補間処理手段とを備えることを特徴としている。

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000527]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都板橋区前野町2丁目36番9号

氏 名 旭光学工業株式会社